



PCT/FR/2004/02669

REC'D 03 JAN 2005

WIPO

PCT

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 08 SEP. 2004

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr



## BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITE

26bis, rue de Saint-Pétersbourg  
75800 Paris Cédex 08  
Téléphone: 01 53.04.53.04 Télécopie: 01.42.94.86.54

Code de la propriété intellectuelle-livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

DATE DE REMISE DES PIÈCES: N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL: DÉPARTEMENT DE DÉPÔT: DATE DE DÉPÔT:	Jean LEHU BREVATOME 3 rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS France
Vos références pour ce dossier: B14330PV	

<b>1 NATURE DE LA DEMANDE</b>							
Demande de brevet							
<b>2 TITRE DE L'INVENTION</b>							
	CANON A ELECTRONS A ANODE FOCALISANTE, FORMANT UNE FENETRE DE CE CANON, APPLICATION A L'IRRADIATION ET A LA STERILISATION.						
<b>3 DECLARATION DE PRIORITE OU REQUETE DU BENEFICE DE LA DATE DE DEPOT D'UNE DEMANDE ANTERIEURE FRANCAISE</b>							
	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 40%;">Pays ou organisation</td> <td style="width: 20%;">Date</td> <td style="width: 40%;">N°</td> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Pays ou organisation	Date	N°			
Pays ou organisation	Date	N°					
<b>4-1 DEMANDEUR</b>							
Nom Rue Code postal et ville Pays Nationalité Forme juridique	LA CALHENE 1 rue du Comté de Donegal 41102 VENDOME CEDEX France France Société anonyme						
<b>4-2 DEMANDEUR</b>							
Nom Rue Code postal et ville Pays Nationalité Forme juridique	PHYSIQUE & INDUSTRIE 17-19 rue de la Rente Logerot 21160 MARSANNAY LA COTE France France Société à responsabilité limitée						

<b>5A MANDATAIRE</b>				
Nom	LEHU			
Prénom	Jean			
Qualité	Liste spéciale: 422.5/S002, Pas de pouvoir			
Cabinet ou Société	BREVATOME			
Rue	3 rue du Docteur Lancereaux			
Code postal et ville	75008 PARIS			
N° de téléphone	01 53 83 94 00			
N° de télécopie	01 45 63 83 33			
Courrier électronique	brevets,patents@brevalex.com			
<b>6 DOCUMENTS ET FICHIERS JOINTS</b>		Fichier électronique	Pages	Détails
Texte du brevet		textebrevet.pdf	30	D 25, R 4, AB 1
Dessins		dessins.pdf	5	page 5, figures 8, Abrégé: page 1, Fig.1
Désignation d'inventeurs				
<b>7 MODE DE PAIEMENT</b>				
Mode de paiement		Prélèvement du compte courant		
Numéro du compte client		024		
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>				
Etablissement immédiat				
<b>9 REDEVANCES JOINTES</b>		Devise	Taux	Quantité
062 Dépôt		EURO	0.00	1.00
063 Rapport de recherche (R.R.)		EURO	320.00	1.00
068 Revendication à partir de la 11ème		EURO	15.00	2.00
Total à acquitter		EURO		350.00

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

Signé par

Signataire: FR, Brevatome, J.Lehu

Emetteur du certificat: DE, D-Trust GmbH, D-Trust for EPO 2.0

Fonction

Mandataire agréé (Mandataire 1)



## BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

### Réception électronique d'une soumission

Il est certifié par la présente qu'une demande de brevet (ou de certificat d'utilité) a été reçue par le biais du dépôt électronique sécurisé de l'INPI. Après réception, un numéro d'enregistrement et une date de réception ont été attribués automatiquement.

Demande de brevet : X

Demande de CU :

<b>DATE DE RECEPTION</b>	20 octobre 2003	
<b>TYPE DE DEPOT</b>	INPI (PARIS) - Dépôt électronique	Dépôt en ligne: X
		Dépôt sur support CD:
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUE PAR L'INPI</b>	0350704	
<b>Vos références pour ce dossier</b>	B14330PV	

#### DEMANDEUR

Nom ou dénomination sociale	LA CALHENE
Nombre de demandeur(s)	2
Pays	FR

#### TITRE DE L'INVENTION

CANON A ELECTRONS A ANODE FOCALISANTE, FORMANT UNE FENETRE DE CE CANON, APPLICATION A L'IRRADIATION ET A LA STERILISATION.

#### DOCUMENTS ENVOYES

package-data.xml	Requetefr.PDF	fee-sheet.xml
Design.PDF	ValidLog.PDF	textebrevet.pdf
FR-office-specific-info.xml	application-body.xml	request.xml
dessins.pdf	indication-bio-deposit.xml	

#### EFFECTUE PAR

Effectué par:	J. Lehu
Date et heure de réception électronique:	20 octobre 2003 12:08:38
Empreinte officielle du dépôt	AD:4B:90:31:84:C4:15:6E:CC:16:D4:18:A4:A8:A4:58:24:2D:AE:5A

/ INPI PARIS, Section Dépôt /

SIEGE SOCIAL  
INSTITUT 28 bis, rue de Saint Petersburg  
NATIONAL DE 75000 PARIS cedex 08  
LA PROPRIETE Téléphone : 01 53 04 53 04  
INDUSTRIELLE Télécopie : 01 42 03 50 30

CANON À ÉLECTRONS À ANODE FOCALISANTE, FORMANT UNE  
FENÊTRE DE CE CANON, APPLICATION À L'IRRADIATION ET À  
LA STÉRILISATION  
DESCRIPTION

5    **DOMAINE TECHNIQUE**

La présente invention concerne un canon à électrons dont l'anode est transparente aux électrons et constitue une fenêtre de ce canon.

Elle s'applique notamment :

- 10           - à la polymérisation de produits tels que les peintures, les vernis et les colles par exemple,
- à l'irradiation de surfaces,
- à la stérilisation d'objets, en particulier de composants d'emballages, tels que les
- 15   bouchons, les capsules, les bouteilles, les préformes, les pots, les films de thermoformage, les films d'operculage (films servant à obturer certains conteneurs) et les poches souples unitaires ou en boucles par exemple,
- 20           - à la soudure par bombardement électronique,
- au traitement de décontamination des aliments et
- aux traitements thermiques tels que la
- 25   trempe et l'amorphisation par exemple.

Plus généralement, l'invention est utilisable pour toutes les applications de l'ionisation mettant en œuvre une faible énergie, apportée sous forme focalisée, ionisation du genre de celle que l'on

30   peut réaliser par laser.

**ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE**

On se reportera aux documents suivants :

[1] CA 1 118 180 A, « Process and apparatus  
5 for cold-cathode electron-beam generation for  
sterilization of surfaces and similar applications »,  
invention de Richard N. Cheever

[2] US 4 721 967 A, « electron gun printer  
10 having window sealing conductive plates », invention de  
Michel Roche.

Le document [1] décrit un canon à électrons à  
cathode froide. Ce canon comporte une fenêtre  
15 conductrice qui constitue l'anode du canon et que  
traversent les électrons pour irradier la surface d'un  
objet ou stériliser ce dernier.

Le document [2] décrit une imprimante  
comportant un canon à électrons et plusieurs fenêtres  
20 formées par des plaques métalliques courbes, qui sont  
transparentes aux électrons.

On sait donc obtenir un faisceau  
d'électrons dans l'atmosphère, à l'extérieur de  
l'enceinte du canon à électrons qui engendre ce  
25 faisceau. Comme l'intérieur de cette enceinte est sous  
vide, la fenêtre que traverse le faisceau d'électrons  
doit résister à la pression atmosphérique.

Ce problème se pose tout particulièrement  
lorsque l'on veut extraire des électrons de basse  
30 énergie (inférieure ou égale à 500 keV) de l'enceinte,  
puisque la fenêtre doit alors être très mince. Il faut

alors lui donner une forme courbe, par exemple cylindrique mais de préférence sphérique.

Cependant, un autre problème se pose : pour certaines irradiations par un faisceau d'électrons, il  
5 est intéressant que ce dernier soit focalisé.

Cela est même indispensable dans certains cas où la géométrie du faisceau est importante pour irradier convenablement des objets, par exemple des capsules de bouteilles de lait, ou pour concentrer  
10 l'énergie du faisceau en un point afin d'atteindre les très fortes densités de puissance qui sont requises dans le cas d'un soudage, d'un découpage ou d'un traitement de surface.

Mais on sait bien que, dans un canon à  
15 électrons classique, les éléments de focalisation, comme d'ailleurs les éléments de déflexion et de transport du faisceau d'électrons, sont souvent très complexes et en tout cas encombrants.

## 20 EXPOSÉ DE L'INVENTION

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients précédents.

Elle a pour objet un canon à électrons, plus particulièrement un canon apte à fournir un  
25 faisceau d'électrons de basse énergie (inférieure ou égale à 500 keV), ce canon comportant une fenêtre courbe, qui est transparente aux électrons, résiste à la pression atmosphérique et sert à la fois d'anode et d'électrode de focalisation.

30 Pour cette focalisation, l'invention exploite les propriétés optiques des surfaces courbes :

elle utilise la courbure que l'on donne à l'anode formant fenêtre (afin qu'elle résiste à la pression atmosphérique), en coopération avec une cathode également courbe.

5 De façon précise, la présente invention a pour objet un canon à électrons comprenant :

- une enceinte étanche, prévue pour être sous vide (« evacuated »),
  - une cathode qui est placée dans  
10 l'enceinte et comporte une face émettrice, apte à émettre des électrons,
  - une anode constituant une fenêtre étanche, formée en regard de cette face émettrice dans l'une des parois de l'enceinte, et apte à laisser  
15 passer les électrons émis par cette face émettrice, et
  - des moyens de polarisation ("biasing means") pour établir, entre l'anode et la cathode, une tension apte à accélérer ces électrons vers l'anode, les électrons ainsi accélérés formant un faisceau qui  
20 traverse l'anode,
- ce canon à électrons étant caractérisé en ce que l'anode et la face émettrice présentent chacune une courbure, la courbure de l'anode lui permettant de résister à une différence de pression entre l'intérieur  
25 et l'extérieur de l'enceinte et étant apte à coopérer avec la courbure de la face émettrice pour focaliser le faisceau d'électrons à l'extérieur de l'enceinte.

Selon un mode de réalisation préféré du canon à électrons objet de l'invention, la tension  
30 établie entre l'anode et la cathode est apte à



communiquer aux électrons une énergie inférieure ou égale à 500 keV.

De préférence, la face émettrice de la cathode comporte une couche émettrice, apte à émettre  
5 des électrons lorsqu'elle est chauffée, le canon à électrons comprenant en outre des moyens de chauffage de la cathode et donc de cette couche émettrice.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, ces moyens de chauffage comprennent un  
10 filament apte à émettre des électrons lorsqu'il est chauffé et à bombarder la cathode par ces électrons, la cathode et donc la couche émettrice étant ainsi chauffées par bombardement électronique.

Selon un mode de réalisation particulier de  
15 l'invention, l'anode et la face émettrice de la cathode forment des portions de sphères concentriques ou des portions de cylindres de révolution coaxiaux.

L'anode comprend de préférence une mince feuille métallique dont l'épaisseur peut être  
20 inférieure à 50 micromètres.

Selon un mode de réalisation préféré du canon à électrons objet de l'invention, les moyens de polarisation sont prévus pour établir une tension pulsée entre l'anode et la cathode, en vue d'une  
25 accélération des électrons en mode pulsé.

Dans ce cas, selon un mode de réalisation particulier correspondant au cas où les moyens de chauffage comprennent le filament, les moyens de polarisation sont prévus pour porter la cathode à une  
30 haute tension pulsée négative par rapport à l'anode,

cette dernière étant mise à la masse, et ces moyens de polarisation comprennent :

- des moyens auxiliaires, aptes à fournir une tension pulsée négative, et

5                   - un transformateur qui est apte à transformer cette tension pulsée négative en la haute tension pulsée négative,

ce transformateur comprenant un enroulement primaire, qui est relié aux moyens auxiliaires, et un  
10 enroulement secondaire qui comporte trois conducteurs électriques, deux de ces conducteurs étant prévus pour le chauffage du filament et la polarisation de ce filament par rapport à la cathode, pour que les électrons émis par le filament atteignent cette  
15 cathode, le troisième conducteur étant prévu pour porter la cathode à la haute tension pulsée négative.

De préférence, l'anode est pourvue de moyens de refroidissement.

Ces moyens de refroidissement comprennent  
20 de préférence des moyens de projection d'un gaz sur au moins une partie de la périphérie de l'anode.

La présente invention concerne aussi une installation d'irradiation électronique d'au moins un objet, cette installation comprenant des moyens  
25 d'irradiation de cet objet par un faisceau d'électrons focalisé, installation dans laquelle les moyens d'irradiation comprennent le canon à électrons objet de l'invention.

La présente invention concerne en outre une  
30 installation de stérilisation électronique d'objets, notamment de composants d'emballage, cette installation

comprenant des moyens d'irradiation de ces objets par un faisceau d'électrons focalisé, installation dans laquelle les moyens d'irradiation comprennent le canon à électrons objet de l'invention.

5

#### BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés ci-après, à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés, sur lesquels :

10 - la figure 1 est une vue en coupe longitudinale schématique d'un mode de réalisation particulier du canon à électrons objet de l'invention,

15 - la figure 2 montre les variations, en fonction du temps  $t$ , d'une haute tension pulsée  $V_a$  que l'on peut appliquer à la cathode du canon à électrons de la figure 1, pour accélérer les électrons émis par cette cathode,

20 - la figure 3 illustre schématiquement l'accélération en mode diode que permet ce canon à électrons de la figure 1,

- la figure 4 est un schéma de moyens d'alimentation électrique du canon à électrons de la figure 1,

25 - la figure 5 illustre schématiquement une application d'un canon à électrons conforme à l'invention, à la stérilisation d'un film d'emballage,

30 - la figure 6 illustre schématiquement une application d'un canon à électrons conforme à

l'invention, à la stérilisation de composants d'emballage, tels que des capsules ou des bouchons, et - les figures 7 et 8 illustrent schématiquement d'autres applications de l'invention, au traitement d'objets dont les formes peuvent être complexes.

#### EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

Le canon à électrons conforme à l'invention, qui est schématiquement représenté en coupe sur la figure 1, comprend une enceinte étanche 2, qui est sous vide, ainsi qu'une anode 4 et une cathode 6. Cette dernière est placée dans l'enceinte 2 et comporte une face émettrice 8, apte à émettre des électrons.

L'anode 4 est formée dans l'une des parois de l'enceinte, en regard de cette face émettrice 8, et constitue une fenêtre étanche, transparente aux électrons. Ainsi laisse-t-elle passer ceux qui sont émis par la face émettrice.

Le canon à électrons comprend en outre des moyens d'alimentation électrique 10 permettant d'établir, entre l'anode 4 et la cathode 6, une tension  $V_a$  d'accélération, vers l'anode, des électrons émis par la cathode. Dans l'exemple de la figure 1, l'anode 4 est mise à la masse et la tension  $V_a$  est une haute tension pulsée négative qui est appliquée à la cathode.

Les électrons ainsi accélérés forment un faisceau 12 qui traverse l'anode 4 et se retrouve à l'extérieur de l'enceinte 2 c'est-à-dire dans l'air.

Conformément à l'invention, l'anode 4 et la face émettrice 8 présentent chacune une courbure. La courbure de l'anode lui permet de résister à la différence de pression entre l'intérieur de l'enceinte, qui est sous vide, et l'extérieur de cette enceinte, qui est à la pression atmosphérique. De plus, la courbure de l'anode coopère avec celle de la face émettrice pour focaliser le faisceau d'électrons 12 à l'extérieur de l'enceinte.

Dans l'exemple de la figure 1, la zone de focalisation 14, sur laquelle on reviendra par la suite, est ponctuelle ou rectiligne.

L'enceinte 2 assure l'étanchéité au vide, plus précisément au vide secondaire dans l'exemple, et comprend une première partie métallique 16, sensiblement cylindrique, par exemple en acier inoxydable, qui est mise à la masse et supporte l'anode 4, et une deuxième partie métallique 20, sensiblement annulaire, qui est reliée à la cathode 6 et donc à la haute tension pulsée négative  $V_a$ .

Dans l'exemple représenté, l'anode 4 est faite à partir d'une feuille métallique sur laquelle on reviendra par la suite. Le bord de cette feuille est immobilisé entre la partie métallique 16 et une pièce sensiblement annulaire 17.

Cette pièce 17 est serrée contre la partie métallique 16 par des vis 18. Du côté de cette partie 16 et de la pièce 17, l'étanchéité de l'enceinte est obtenue au moyen d'un joint métallique 19 par exemple en indium, qui est serré avec la feuille métallique,

entre cette dernière et la partie métallique 16, comme on le voit sur la figure 1.

La partie métallique 20 est fermée par une bride 21 qui constitue la paroi arrière de l'enceinte 2. Elle est opposée à la paroi qui porte l'anode 4, ou paroi avant. Des vis 22 permettent de serrer la bride 21 contre la partie métallique 20.

Du côté de cette partie 20, l'étanchéité de l'enceinte est obtenue au moyen d'un autre joint métallique 23 par exemple en indium, qui est serré entre la partie métallique 20 et la bride 21, comme on le voit sur la figure 1.

Le canon de la figure 1 est prévu pour fournir un faisceau d'électrons pulsé de basse énergie, ne dépassant pas 500 keV. À titre purement indicatif et nullement limitatif, on produit un faisceau de 250 keV, dont la puissance vaut 5 kW.

La cathode 6 comprend une pièce métallique 24, par exemple en nickel, dont la face tournée vers l'anode constitue la face 8 qui émet les électrons. Pour ce faire, on a déposé sur cette face 8 une mince couche 26 de quelques dizaines de millimètres d'épaisseur, qui émet des électrons lorsqu'elle est chauffée et qui est par exemple constituée d'un mélange de poudre de nickel et de carbonate de baryum fritté.

À titre purement indicatif et nullement limitatif, on utilise de 5% à 10% de  $\text{BaCO}_3$  en volume, que l'on fritte à  $1000^\circ\text{C}$  sous atmosphère d'hydrogène.

On prévoit des moyens 28 de chauffage de la pièce 24 et donc de la couche 26. Dans l'exemple, ce sont des moyens de chauffage par bombardement

électronique, comprenant un filament 30, par exemple en tungstène, qui émet des électrons lorsqu'il est chauffé.

Deux traversées étanches 34 et 35, du type  
5 céramique-métal, sont soudées sur la bride 21 et permettent l'alimentation électrique du filament 30 respectivement par l'intermédiaire de tiges métalliques 36 et 38, comme on le voit sur la figure 1.

Le filament 30, qui est en regard de la  
10 pièce 24, est supporté par des vis en céramique telles que les vis 40 et 42, permettant d'isoler électriquement le filament de la cathode. Ce filament est bien entendu continu mais, sur la figure 1, seules ses deux extrémités sont visibles, le reste s'étendant  
15 "derrière" le plan de la figure.

Comme on le voit, la cathode comprend une autre pièce 44 en acier inoxydable, pourvue de trous d'évent 46 et fixée, d'un côté, à la pièce 24, par exemple au moyen d'une soudure par points 45 de type  
20 TIG, et de l'autre côté, à la bride 21.

La pièce 44 porte les vis en céramique telles que les vis 40 et 42, est creuse et traversée par les tiges 36 et 38 dont elle est électriquement isolée par une bague en céramique 48, comme on le voit  
25 sur la figure 1.

L'isolation électrique du filament 30 par rapport à la cathode 6 et donc par rapport à la pièce 24 en nickel permet d'appliquer, entre cette dernière et le filament, une tension de polarité convenable pour  
30 bombarder et donc chauffer la pièce 24 par les électrons émis par le filament.

Dans l'exemple, ce dernier est polarisé (« biased ») négativement, à -500 V, par rapport à la cathode.

L'enceinte 2 comporte une troisième partie  
5 50, sensiblement en forme de manchon, qui constitue un isolateur électrique supportant la haute tension et par l'intermédiaire de laquelle les parties 16 et 20 de l'enceinte sont rendues solidaires l'une de l'autre. On utilise de préférence un isolateur en céramique, par  
10 exemple en alumine.

Aux deux extrémités de cet isolateur, des brasures 52 de type céramique-métal assurent l'étanchéité de la liaison entre l'isolateur 50 et les parties métalliques 16 et 20.

15 Dans l'exemple, l'anode 4 et la face 8 de la pièce 24 peuvent respectivement former des portions de sphères concentriques, auquel cas la zone 14 de focalisation du faisceau d'électrons 12 est ponctuelle, ou des portions de cylindres de révolution coaxiaux,  
20 auquel cas cette zone est rectiligne (et parallèle à l'axe commun des cylindres, cet axe étant alors perpendiculaire au plan de la figure 1).

Comme on le voit sur la figure 1, la couche émettrice d'électrons 26 s'arrête un peu avant le bord  
25 de la pièce 24 afin de n'accélérer le faisceau d'électrons 12 que dans une zone où le champ électrique, engendré dans l'espace accélérateur (c'est-à-dire l'espace compris entre l'anode et la cathode) par l'application de la tension  $V_a$ , n'est pas affecté  
30 par des effets de bord.



La focalisation du faisceau d'électrons 12 s'effectue essentiellement par la convergence des lignes de champ électrique dans cet espace accélérateur où, de préférence, le champ ne dépasse guère 160 kV/cm. 5 À titre purement indicatif et nullement limitatif, on crée un faisceau de 250 keV en prévoyant une distance de 1,5 cm entre l'anode 4 et la cathode 6, d'où un champ électrique qui satisfait à la condition ci-dessus.

10 L'anode 4 est constituée d'une mince feuille métallique, de préférence en titane ou en aluminium. En fait, plus l'énergie recherchée pour le faisceau d'électrons est faible, plus cette feuille doit être mince.

15 Pour un faisceau ne dépassant pas 500 keV, on utilise de préférence une feuille dont l'épaisseur est inférieure à 50 micromètres.

Dans le canon à électrons de la figure 1, on peut par exemple utiliser une feuille en titane, de 20 forme sphérique et de rayon de courbure égal à 35 mm, dont l'épaisseur est avantageusement comprise entre 10  $\mu$ m et 15  $\mu$ m.

L'anode 4, constituant la fenêtre du canon de la figure 1, est pourvue de moyens 54 permettant de 25 projeter de l'air sur au moins une partie de la périphérie de cette fenêtre, par exemple sur la moitié voire la totalité de cette périphérie, afin de refroidir la fenêtre.

Comme on le voit, ces moyens 54 comprennent 30 une arrivée 56 d'air comprimé sur la partie périphérique souhaitée, cette arrivée 56 étant

alimentée en air comprimé par des moyens symbolisés par les flèches 58.

Il est préférable de filtrer très soigneusement l'air que l'on envoie à la périphérie de l'anode pour éviter que des poussières ne s'y trouvent. En effet, ces poussières pourraient aller se coller sur l'anode où elles seraient chauffées par le faisceau d'électrons et pourraient alors provoquer le percement de l'anode.

Le canon à électrons de la figure 1 peut également être équipé de moyens d'aspiration (non représentés) permettant d'effectuer le refroidissement de l'anode avec une atmosphère quasi-contrôlée (par exemple une atmosphère d'azote), en vue d'éviter la formation d'ozone (gaz dangereux) lors du fonctionnement du canon à électrons.

Par ailleurs, avant de faire fonctionner le canon de la figure 1, on fait le vide dans l'enceinte 2 : on y établit un vide secondaire, c'est-à-dire une pression inférieure ou égale à  $10^{-5}$  Pa.

Ce vide peut être maintenu de façon « statique » dans l'enceinte, à condition de n'employer que des techniques « d'ultra-vide » et d'effectuer un dégazage prolongé à haute température, par exemple à  $300^{\circ}\text{C}$ , lors de l'établissement du vide secondaire dans l'enceinte, puis de disposer un getter (non représenté) dans l'enceinte pour y maintenir le vide secondaire ainsi obtenu.

En variante, on peut établir ce vide secondaire dans l'enceinte 2 puis le maintenir de façon

« dynamique », par exemple au moyen d'une pompe ionique 60.

A titre purement indicatif et nullement limitatif, le canon à électrons de la figure 1 forme  
5 sensiblement un cylindre de 400 mm de long et 50 mm de diamètre.

Un mode de réalisation préféré du canon à électrons, objet de l'invention, est fondé sur deux principes, à savoir l'accélération en mode pulsé et  
10 l'accélération en mode « diode ». Le canon à électrons de la figure 1 est un exemple de ce mode de réalisation préféré.

En ce qui concerne l'accélération en mode pulsé, au lieu d'appliquer une tension permanente  
15 d'accélération des électrons à un canon débitant un faible courant électronique, par exemple 10 mA, on applique la tension d'accélération des électrons pendant seulement une faible fraction du temps d'utilisation du canon, de préférence 1 millième de ce  
20 temps. Par exemple, on applique cette tension pendant 2  $\mu$ s avec un taux de répétition de 500 Hz, mais bien entendu le courant devra être 1000 fois plus élevé et donc valoir 10 A.

Cela présente l'avantage de réduire les  
25 contraintes d'isolation électrique qui sont beaucoup moins sévères lorsque l'impulsion est courte (la probabilité de claquage ("breakdown") variant comme la racine carré du temps d'application de la tension). Il en résulte une réduction des encombrements et des coûts  
30 aussi bien des générateurs de haute tension que du canon à électrons.

Par ailleurs, la compacité de ce canon présente de nombreux avantages complémentaires, notamment la réduction des volumes de blindage.

La figure 2 montre les variations, en fonction du temps  $t$ , d'une haute tension pulsée négative  $V_a$  que l'on peut appliquer à la cathode d'un canon à électrons conforme à l'invention, par exemple le canon de la figure 1, pour accélérer les électrons émis par cette cathode.

On note  $V_m$  la valeur minimale (négative) de cette tension  $V_a$ .  $V_m$  est donc la valeur de la tension que l'on applique à la cathode, seulement pendant une fraction du temps d'utilisation du canon et de façon périodique.

En ce qui concerne l'accélération en mode « diode », il s'agit de la façon la plus simple possible d'accélérer les électrons : ces derniers sont accélérés entre une cathode chaude 62 et une anode 64 qui sont schématiquement représentées sur la figure 3 (et correspondent respectivement à la cathode 6 et à l'anode 4 de l'exemple de la figure 1).

On voit également des moyens 66 permettant d'appliquer la tension  $V_a$  à la cathode 62, l'anode 64 étant à la masse.

Si l'on ajoute à ce mode d'accélération le fait que l'anode joue également le rôle d'une fenêtre nécessaire à la sortie des électrons à l'atmosphère, ceci avec une « étendue de faisceau » bien contrôlée et adaptée à une majorité de cas d'utilisation, on mesure la simplicité du canon à électrons obtenu.

En effet, par rapport à un accélérateur d'électrons classique, on élimine les éléments de focalisation, de déflexion et de transport du faisceau d'électrons, éléments qui sont souvent très complexes et en tout cas encombrants.

Comme on l'a déjà mentionné, l'anode présente une courbure (dans le sens concave pour un observateur placé du côté de l'atmosphère) qui est nécessaire pour supporter la pression atmosphérique malgré la finesse de cette anode et que l'on utilise également pour réaliser la focalisation du faisceau d'électrons 68 (figure 3) directement dans l'espace accélérateur et de manière que la zone focale 70 soit extérieure au canon à électrons.

La figure 4 illustre schématiquement un exemple des moyens 10 d'alimentation électrique du canon à électrons de la figure 1.

Ces moyens 10 permettent à la fois d'appliquer la haute tension pulsée négative  $V_a$  à la cathode 6, de polariser le filament 30 par rapport à cette cathode et de chauffer ce filament, l'anode 4 étant à la masse.

Ces moyens 10 comprennent un transformateur 72 qui permet d'obtenir la haute tension pulsée négative. Ce transformateur 72 se caractérise essentiellement par une isolation électrique très poussée, qui peut être avantageusement réalisée par de l'huile, et par une faible inductance de fuite.

Cette dernière est nécessaire à l'obtention de fronts de montée assez raides pour l'impulsion de sortie, la durée de ces fronts de montée étant par

exemple égale à 1 microseconde, pour que le temps d'application de la haute tension proprement dite sur le canon à électrons puisse être réduit au maximum et soit par exemple égal à quelques microsecondes.

5                   L'enroulement secondaire 74 de ce transformateur 72 est bobiné au moyen d'un câble 76 à trois conducteurs électriques de façon que l'on puisse non seulement appliquer la haute tension à la cathode mais encore, depuis le potentiel de la masse, assurer  
10 le chauffage du filament .30 et appliquer, entre ce filament et la cathode 6, une tension négative  $V_f$  permettant de polariser négativement le filament par rapport à la cathode, pour chauffer cette dernière par bombardement électronique, à une température élevée,  
15 par exemple de l'ordre de  $800^{\circ}\text{C}$ .

La tension  $V_f$  permet ainsi de contrôler la température de la cathode 6. Cette température conditionne elle-même l'émissivité de la cathode.

Il convient de noter que toutes ces  
20 commandes, à savoir les commandes d'application de la haute tension pulsée à la cathode, de chauffage du filament et de polarisation du filament par rapport à la cathode, sont effectuées très simplement à partir du potentiel de la masse en dépit de la présence  
25 d'impulsions de très haute tension.

Le transformateur 72 est commandé par un pont asymétrique 80 qui est relié à l'enroulement primaire 78 de ce transformateur et prévu pour fournir à celui-ci une tension pulsée négative que le  
30 transformateur convertit en haute tension pulsée négative.

Ce pont asymétrique 80 comprend deux transistors de commutation 82 et 84 et deux diodes 86 et 88, ces diodes et transistors étant agencés comme on le voit sur la figure 4. Les deux diodes 86 et 88 permettent la démagnétisation du transformateur 72. Les deux transistors 82 et 84 sont de préférence des transistors IGBT, c'est-à-dire des transistors bipolaires à porte isolée.

De plus, les transistors 82 et 84 sont commandés par des moyens non représentés, permettant d'obtenir la pulsation souhaitée pour la tension.

Ces moyens sont par exemple des circuits intégrés de type « driver » optocouplés.

Le pont asymétrique 80 est alimenté par un condensateur 90, sous une tension d'alimentation qui est obtenue par redressement du secteur triphasé 92 au moyen d'un pont de Graetz schématisé par le rectangle 94.

A titre d'exemple, on alimente le pont asymétrique 80 par un condensateur dont la capacité vaut quelques centaines de microfarads, sous une tension de l'ordre de 500 V, qui est obtenue par redressement du secteur triphasé au moyen du pont de Graetz.

Les moyens d'alimentation 10 comprennent également un autre transformateur 96 dont l'enroulement primaire est relié au secteur monophasé 98 (220 V-50 Hz). Ce transformateur 96 permet le chauffage du filament 30 au moyen d'un courant alternatif dont la fréquence vaut par exemple 50 Hz, et l'intensité 5A, et sous une tension qui vaut par exemple 6 V.

Les moyens d'alimentation électriques 10 comprennent en outre un générateur 100 prévu pour fournir une tension continue qui assure le contrôle de la température de la cathode 6. Cette tension continue 5 peut, par exemple, être réglable entre 100 V et 500 V.

La cathode 6 est de préférence utilisée en mode saturé. Dans ce cas, la densité du courant qui peut être extrait de l'espace accélérateur (espace compris entre la cathode et l'anode) ne dépend que de 10 la température de cette cathode. Ainsi, le courant débité par le canon à électrons est uniquement contrôlé au moyen de cette tension continue.

Cette tension peut éventuellement être contrôlée par une boucle d'asservissement (non 15 représentée), à partir de la lecture du courant I débité dans une impulsion de haute tension négative fournie à la cathode.

Donnons maintenant des précisions sur l'enroulement secondaire du transformateur 72. Le câble 20 76, à partir duquel est formé cet enroulement, comprend trois conducteurs 102, 104 et 106 qui sont électriquement isolés les uns des autres.

Les conducteurs 102 et 104 relient respectivement les deux bornes du filament 30 aux deux 25 bornes de l'enroulement secondaire du transformateur 96. De plus, le générateur 100 est monté entre la masse et l'extrémité du conducteur 102 qui est située du côté du transformateur 96. En outre, les extrémités du conducteur 106 sont respectivement reliées à la cathode 30 6 et à la masse.



Bien que le fonctionnement en mode pulsé corresponde à un mode de réalisation préféré de l'invention, cette dernière n'est pas limitée à un tel fonctionnement : on peut polariser la cathode par rapport à l'anode d'un canon à électrons conforme à l'invention au moyen d'une tension continue, pour obtenir un fonctionnement en mode continu.

De même, bien que l'utilisation d'une cathode chaude corresponde à un mode de réalisation préféré de l'invention, cette dernière n'est pas limitée à une telle utilisation : on peut utiliser d'autres types de cathodes dans un canon à électrons conforme à l'invention, par exemple une cathode froide, apte à émettre des électrons par effet de champ.

De plus, l'invention n'est pas limitée à la fourniture d'un faisceau d'électrons d'au plus 500 keV : des énergies supérieures sont possibles dans l'invention, en adaptant la polarisation de la cathode par rapport à l'anode d'un canon à électrons conforme à l'invention.

En outre, bien que l'invention soit conçue pour la fourniture d'un faisceau d'électrons dans l'air, il va de soi qu'un canon à électrons conforme à l'invention est utilisable pour fournir un tel faisceau dans le vide.

On a déjà mentionné plus haut diverses applications du canon à électrons objet de l'invention. Ce dernier est particulièrement adapté à ces applications du fait qu'il est susceptible d'être fabriqué de façon compacte et peu coûteuse et qu'il est

apte à produire un faisceau d'électrons de basse énergie et de grande capacité de pénétration.

On donne dans ce qui suit deux exemples d'application de l'invention en faisant référence aux  
5 figures 5 et 6.

La figure 5 illustre schématiquement une application de l'invention à la stérilisation d'un film d'emballage 108, par exemple un film de thermoformage ou un film d'operculage.

10 Ce film 108 est mis en tension et déplacé (suivant la flèche F1, de la gauche vers la droite de la figure) sur des rouleaux 110, par des moyens non représentés, à partir d'une bobine 112 sur laquelle il est enroulé. Comme on le voit sur la figure, après son  
15 déroulement de la bobine, le film 108 pénètre et se déplace dans une enceinte aseptique 114 qui est mise en surpression par des moyens non représentés.

Un canon à électrons 116 conforme à l'invention, pourvu de moyens de pompage 118 et de  
20 moyens de polarisation 120, est prévu à l'entrée de l'enceinte aseptique 114 pour stériliser le film 108 par un faisceau d'électrons 122 fourni par le canon 116, avant la pénétration du film dans l'enceinte.

Le canon est disposé de manière à focaliser  
25 le faisceau sur le film 108. Des moyens symbolisés par des flèches F2 sont prévus pour faire effectuer au canon des mouvements de va-et-vient suivant la largeur du film 108, de manière que le faisceau focalisé balaye ce dernier suivant sa largeur et puisse donc balayer  
30 tout le film compte tenu du déplacement de ce dernier

suivant la flèche F1, qui est perpendiculaire aux flèches F2.

On peut également utiliser un canon à électrons à focalisation cylindrique pour éviter  
5 d'avoir à le déplacer. Dans ce cas, la focale est une ligne de longueur supérieure à la largeur du film en cours de traitement.

La figure 6 illustre schématiquement une autre application de l'invention à la stérilisation de  
10 composants d'emballage 124, tels que des capsules ou des bouchons par exemple.

Ces composants 124 sont poussés par un jet d'air stérile (symbolisé par la flèche F3) et à partir de moyens non représentés, dans une canalisation  
15 verticale 126 dans laquelle les composants tombent par gravité. Cette canalisation 126 est raccordée à une enceinte aseptique 128 qui est mise en surpression par des moyens non représentés.

À leur arrivée dans cette enceinte, les  
20 composants 124 sont saisis par des moyens mécaniques, symbolisés par le rectangle 130, et amenés par ces moyens à d'autres organes non représentés, prévus pour une utilisation des composants dans l'enceinte.

Un canon à électrons 116 conforme à  
25 l'invention est encore prévu, avant l'enceinte 128, pour stériliser les composants 124 avant leur entrée dans cette enceinte, au moyen du faisceau d'électrons focalisé 122 fourni par ce canon.

Plusieurs canons à électrons conformes à  
30 l'invention peuvent être couplés pour traiter, sans pénétration, la surface des objets dont les formes

peuvent être complexes. Ceci est schématiquement illustré par les figures 7 et 8.

On voit sur la figure 7 trois canons à électrons conformes à l'invention 132a, 132b et 132c, qui sont placés à  $120^\circ$  les uns des autres. L'intersection des faisceaux d'électrons, qui sont respectivement émis par ces canons, recouvre une zone 134 dans laquelle on place un objet 136 de forme complexe, dont on veut traiter la surface par irradiation électronique.

Comme on le voit sur la figure 7, chacun des canons à électrons 132a, 132b ou 132c émet un faisceau 138a, 138b ou 138c dont la divergence, à partir de la zone focale correspondante, n' est pas trop importante, de manière à ne pas irradier les deux autres canons.

Les canons à électrons 132a, 132b et 132c sont pourvus de moyens de pompage 140. Ils sont également pourvus de moyens de commande 142 permettant aux canons d'émettre simultanément des faisceaux pulsés d'électrons.

On voit sur la figure 8 deux canons à électrons conformes à l'invention 144a et 144b, qui sont placés l'un en regard de l'autre de manière à pouvoir irradier une zone comprise entre ces deux canons. Un objet 146 est placé dans cette zone, à peu près à équidistance des deux canons, de manière à pouvoir traiter les deux côtés de l'objet respectivement par les deux faisceaux électroniques 148a et 148b émis par les canons.

Les canons à électrons 144a et 144b sont  
pourvus de moyens de pompage 150. Ils sont également  
pourvus de moyens de commande 152 permettant aux canons  
d'émettre simultanément des faisceaux pulsés  
5 d'électrons.

On active ces moyens 152 seulement lorsque  
l'objet 146 est interposé entre les deux canons, pour  
que l'un de ceux-ci ne soit pas endommagé par le  
faisceau émis par l'autre et réciproquement.

**REVENDICATIONS**

## 1. Canon à électrons comprenant :

- une enceinte étanche (2), prévue pour  
5 être sous vide,
  - une cathode (6) qui est placée dans  
l'enceinte et comporte une face émettrice (8), apte à  
émettre des électrons,
  - une anode (4) constituant une fenêtre  
10 étanche, formée en regard de cette face émettrice dans  
l'une des parois de l'enceinte, et apte à laisser  
passer les électrons émis par cette face émettrice, et
  - des moyens de polarisation (10) pour  
établir, entre l'anode et la cathode, une tension apte  
15 à accélérer ces électrons vers l'anode, les électrons  
ainsi accélérés formant un faisceau (12) qui traverse  
l'anode,
- ce canon à électrons étant caractérisé en ce que  
l'anode (4) et la face émettrice (8) présentent chacune  
20 une courbure, la courbure de l'anode lui permettant de  
résister à une différence de pression entre l'intérieur  
et l'extérieur de l'enceinte et étant apte à coopérer  
avec la courbure de la face émettrice pour focaliser le  
faisceau d'électrons (12) à l'extérieur de l'enceinte.

25

2. Canon à électrons selon la revendication  
1, dans lequel la tension établie entre l'anode (4) et  
la cathode (6) est apte à communiquer aux électrons une  
énergie inférieure ou égale à 500 keV.

30

3. Canon à électrons selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel la face émettrice (8) de la cathode (6) comporte une couche émettrice (26), apte à émettre des électrons  
5 lorsqu'elle est chauffée, le canon à électrons comprenant en outre des moyens (28) de chauffage de la cathode et donc de cette couche émettrice.

4. Canon à électrons selon la revendication  
10 3, dans lequel ces moyens de chauffage (28) comprennent un filament (30) apte à émettre des électrons lorsqu'il est chauffé et à bombarder la cathode par ces électrons, la cathode et donc la couche émettrice étant ainsi chauffées par bombardement électronique.

15 5. Canon à électrons selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'anode (4) et la face émettrice (8) de la cathode forment des portions de sphères concentriques ou des portions de cylindres  
20 de révolution coaxiaux.

6. Canon à électrons selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel l'anode (4) comprend une mince feuille métallique dont l'épaisseur  
25 est inférieure à 50 micromètres.

7. Canon à électrons selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel les moyens de polarisation (10) sont prévus pour établir une tension  
30 pulsée entre l'anode (4) et la cathode (6), en vue d'une accélération des électrons en mode pulsé.

8. Canon d'électrons selon les revendications 4 et 7, dans lequel les moyens de polarisation (10) sont prévus pour porter la cathode (6) à une haute tension pulsée négative par rapport à l'anode (4), cette dernière étant mise à la masse, et ces moyens de polarisation comprennent :

- des moyens auxiliaires (80), aptes à fournir une tension pulsée négative, et
- 10 - un transformateur (72) qui est apte à transformer cette tension pulsée négative en la haute tension pulsée négative,

ce transformateur comprenant un enroulement primaire (78), qui est relié aux moyens auxiliaires (80), et un enroulement secondaire (74) qui comporte trois conducteurs électriques (102, 104, 106), deux de ces conducteurs étant prévus pour le chauffage du filament (30) et la polarisation de ce filament par rapport à la cathode (6), pour que les électrons émis par le filament atteignent cette cathode, le troisième conducteur (106) étant prévu pour porter la cathode à la haute tension pulsée négative.

9. Canon à électrons selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel l'anode (4) est pourvue de moyens de refroidissement (54).

10. Canon à électrons selon la revendication 9, dans lequel ces moyens de refroidissement comprennent des moyens (56) de



projection d'un gaz sur au moins une partie de la  
périphérie de l'anode (4).

11. Installation d'irradiation électronique  
5 d'au moins un objet, cette installation comprenant des  
moyens d'irradiation de cet objet par un faisceau  
d'électrons focalisé, installation dans laquelle les  
moyens d'irradiation comprennent le canon à électrons  
(116) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

10

12. Installation de stérilisation  
électronique d'objets, notamment de composants  
d'emballage, cette installation comprenant des moyens  
d'irradiation de ces objets par un faisceau d'électrons  
15 focalisé, installation dans laquelle les moyens  
d'irradiation comprennent le canon à électrons (116)  
selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

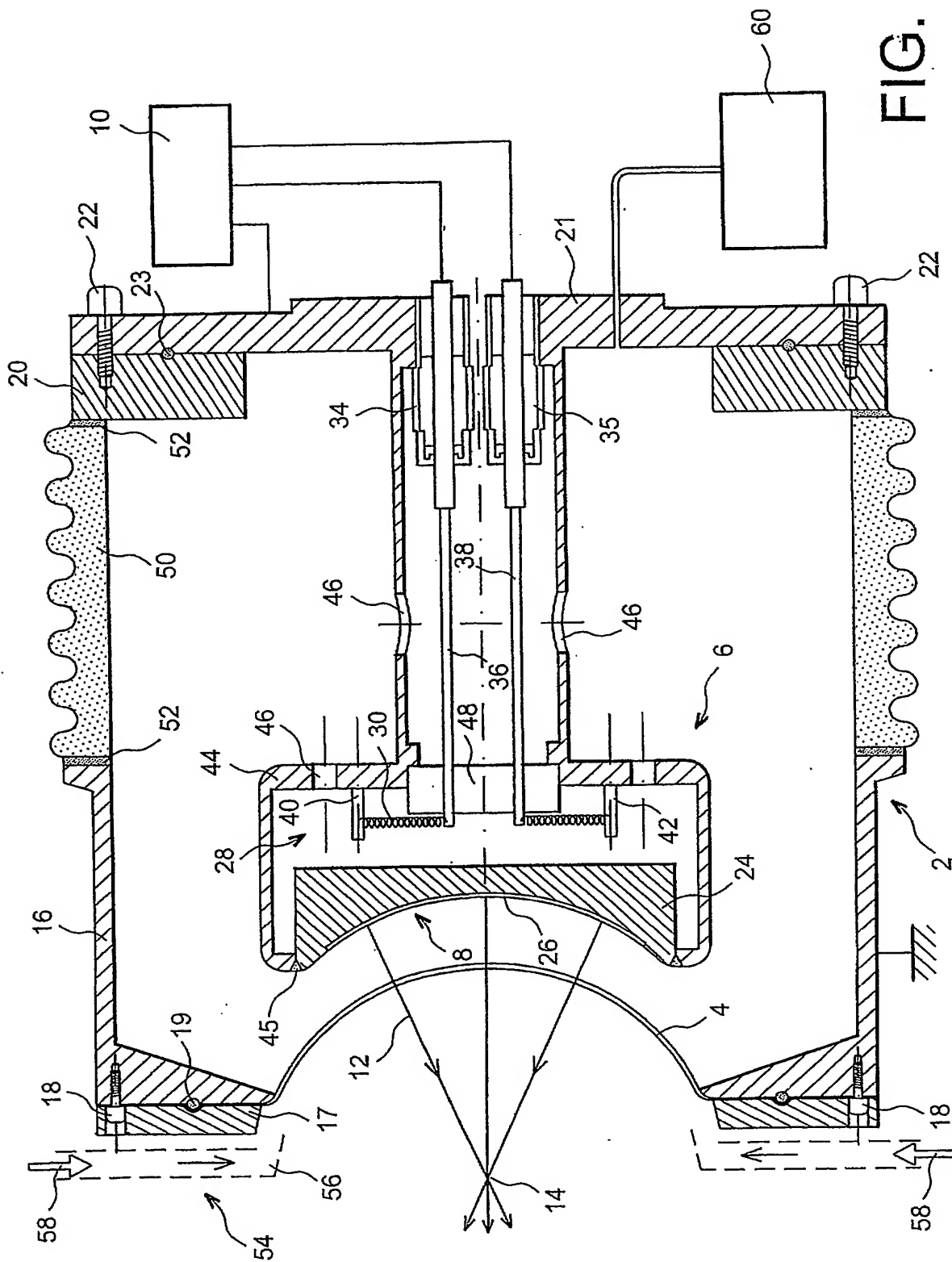


FIG. 1

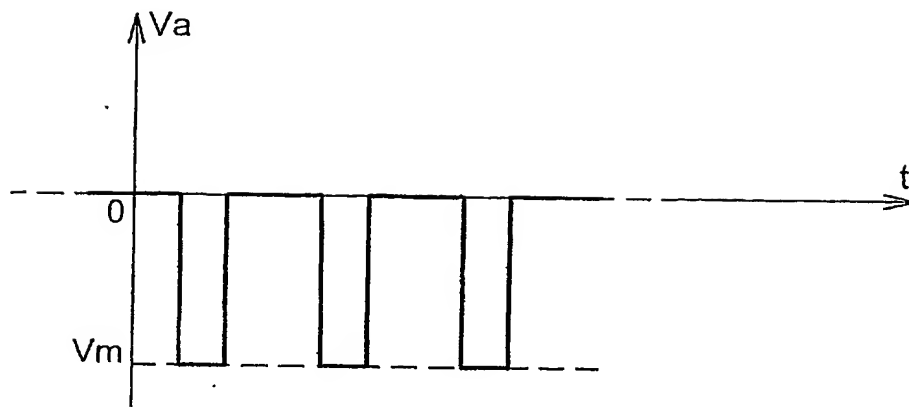


FIG. 2

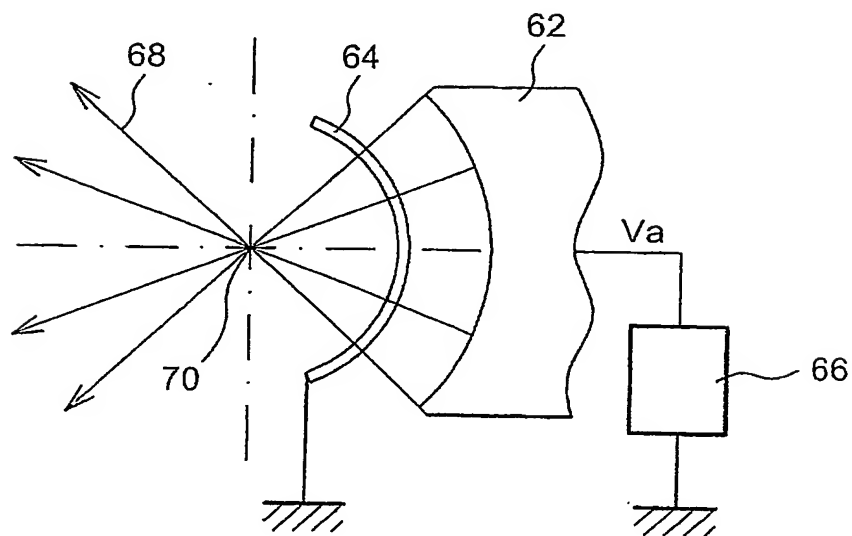


FIG. 3

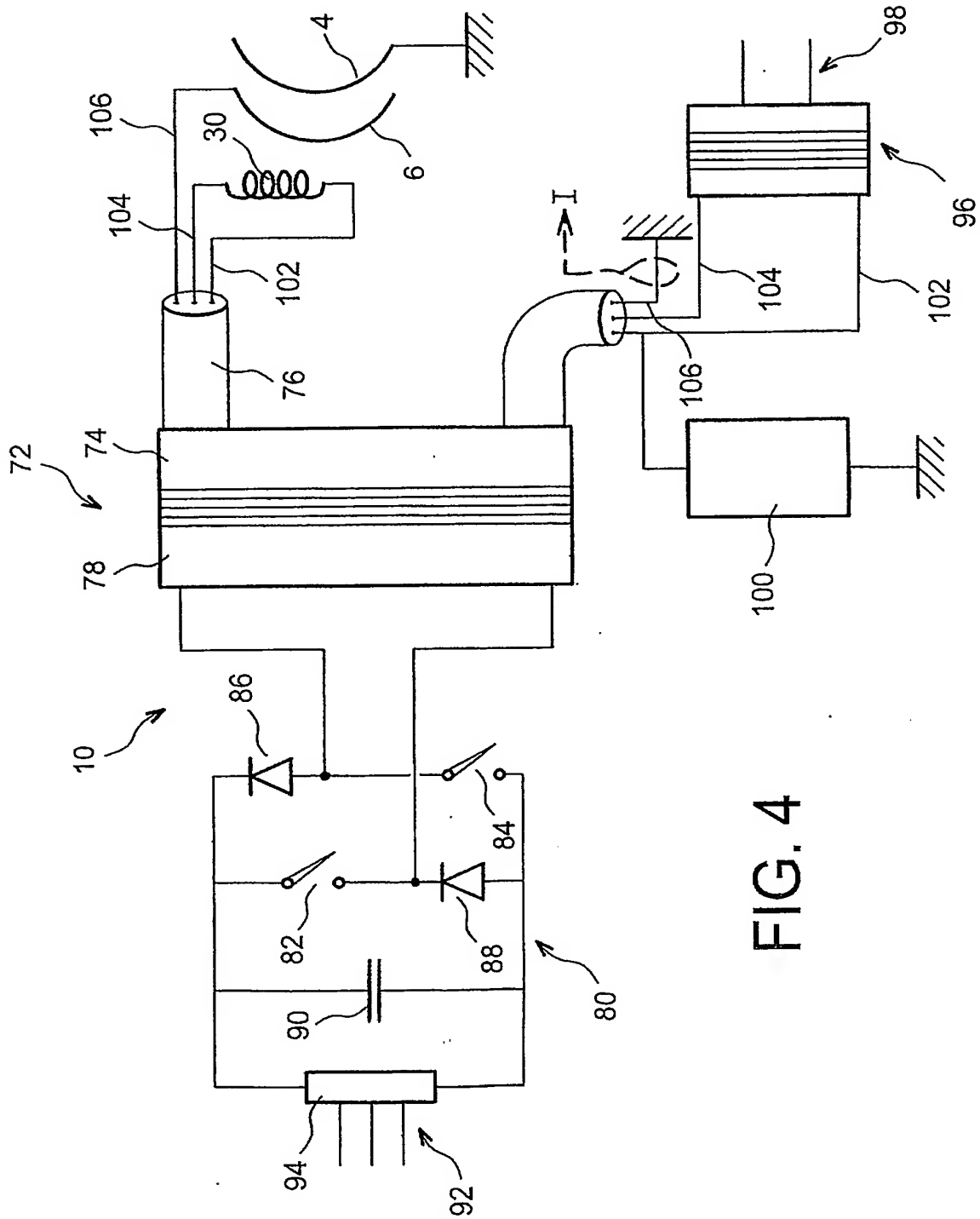


FIG. 4

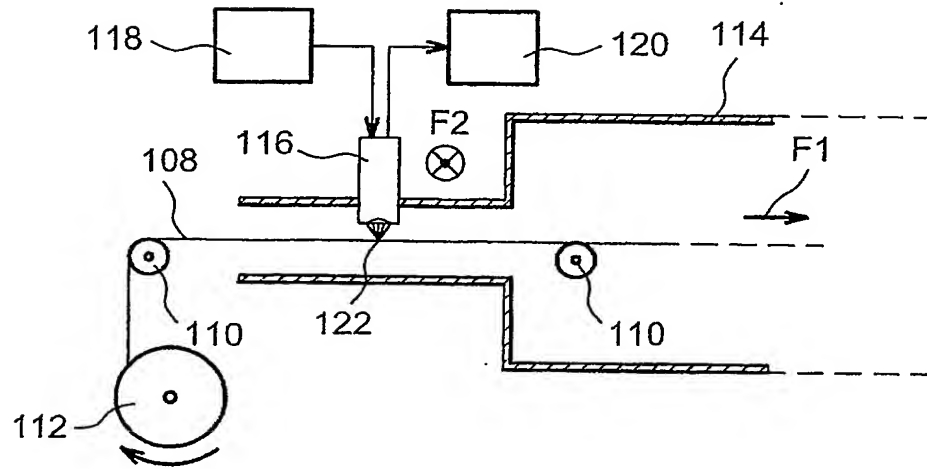


FIG. 5

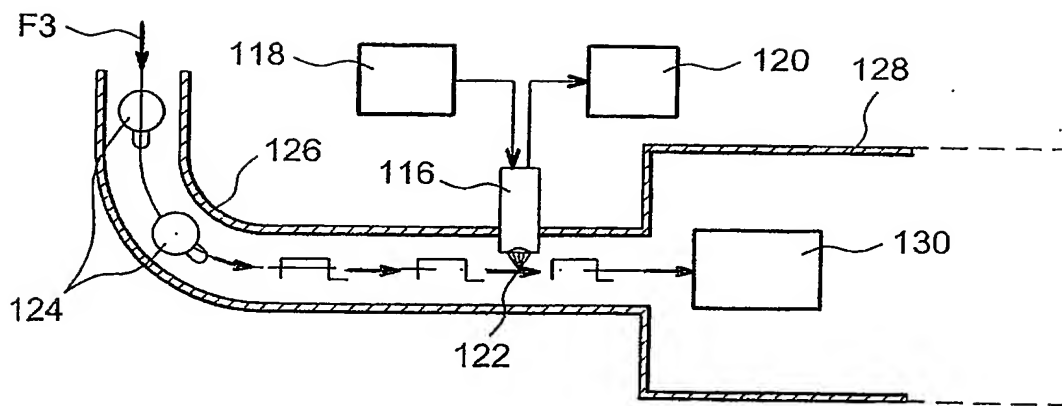


FIG. 6

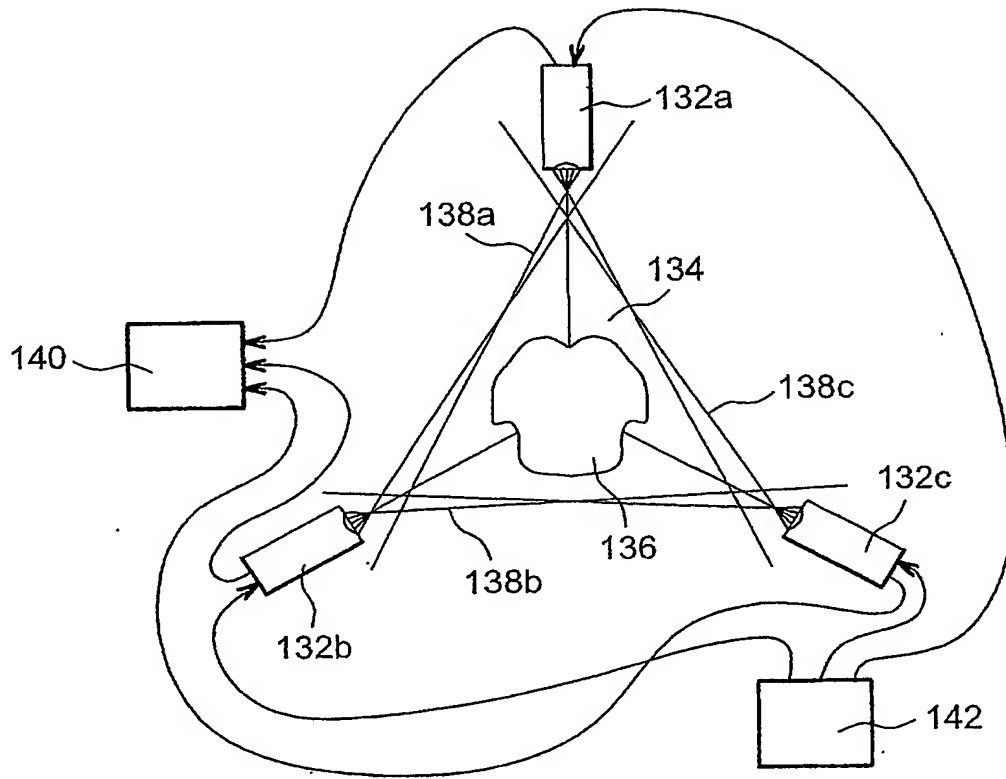


FIG. 7

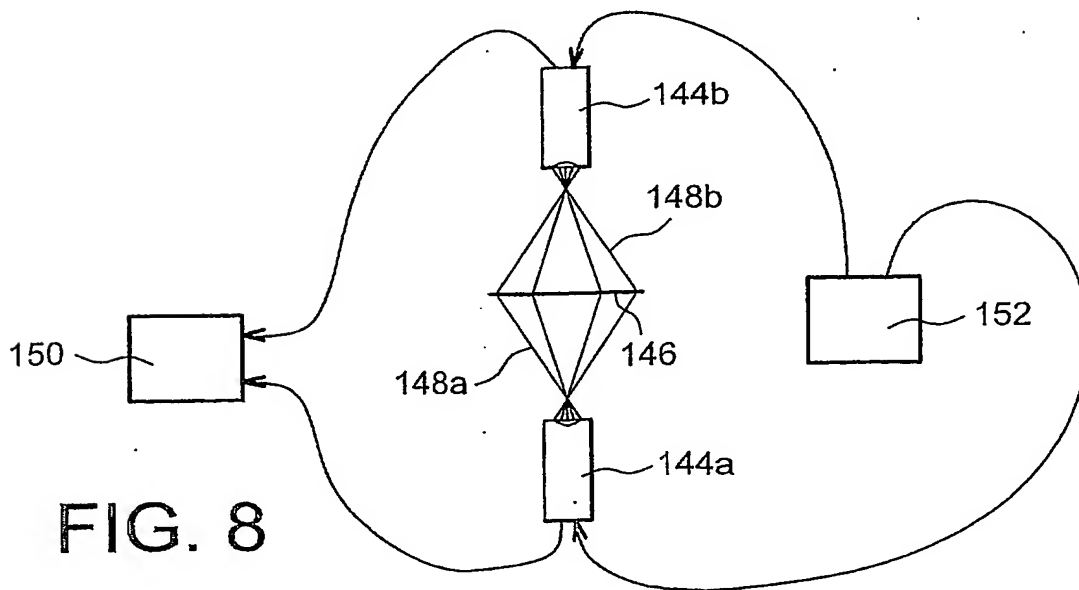


FIG. 8



# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITE

## Désignation de l'inventeur

Vos références pour ce dossier	B14330PV
N°D'ENREGISTREMENT NATIONAL	
TITRE DE L'INVENTION	
	CANON A ELECTRONS A ANODE FOCALISANTE, FORMANT UNE FENETRE DE CE CANON, APPLICATION A L'IRRADIATION ET A LA STERILISATION.
LE(S) DEMANDEUR(S) OU LE(S) MANDATAIRE(S):	
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S):	
Inventeur 1	
Nom	ROCHE
Prénoms	Michel
Rue	12 rue de Saulx-Tavannes
Code postal et ville	21000 DIJON
Société d'appartenance	
Inventeur 2	
Nom	Fontcuberta
Prénoms	Philippe
Rue	198 rue des Bigotteries
Code postal et ville	41100 VENDOME
Société d'appartenance	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

Signé par

Signataire: FR, Brevatome, J. Lehu

Emetteur du certificat: DE, D-Trust GmbH, D-Trust for EPO 2.0

Fonction

Mandataire agréé (Mandataire 1)